

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES
BENDING TERHADAP KUALITAS HASIL BENDING
MENGUNAKAN MATERIAL TEMBAGA**

SKRIPSI

Di ajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Program
Pendidikan Strata Satu



Disusun Oleh :

AGUS MULYADI

41187001200050

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM 45

BEKASI

2024

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES BENDING
TERHADAP KUALITAS HASIL BENDING MENGGUNAKAN MATERIAL
TEMBAGA**

Disusun Oleh :

AGUS MULYADI
41187001200050

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 23 juli 2024
Disetujui Oleh

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Aep Surahito, S.T., M.T.
45114082009025



Paridawati, S.T., M.T.
45114082009024

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana

Bekasi, 23 Juli 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Skripsi sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi.

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES BENDING TERHADAP KUALITAS HASIL BENDING MENGGUNAKAN MATERIAL TEMBAGA

Nama : Agus Mulyadi
NPM : 41187001200050
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 23 Juli 2024

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Taufiqur Rokhman, S.T., M.T.
45101022008001
2. Riri Sadjana, S.Pd., S.Si
45104052015009
3. Yopi Handoyo, S.Si., M.T.
45101102010017



.....
.....
.....

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AGUS MULYADI
NPM : 41187001200050
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknik
Email : gusmoel1708@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul “**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES BENDING TERHADAP KUALITAS HASIL BENDING MENGGUNAKAN MATERIAL TEMBAGA**” bebas dari plagiarisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku secara umum.

Bekasi, 23 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



METERAI
TEMPEL
F2FD0ALX287293152

Agus Mulyadi

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat sehat, umur panjang, rahmat, taufiq serta inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat akademis yang wajib ditempuh mahasiswa dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dan dukungan moril maupun materil sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikannya. Dan skripsi ini tidak terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Rasa bersyukur penulis kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia dan kesehatan pada penulis sehingga mampu membuat skripsi ini dengan semestinya.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan rasa kasih sayang, doa dan motivasi kepada penulis baik secara moril maupun materil sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.
3. Bapak **R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.** Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Universitas Islam 45 Bekasi atas segala arahan, bimbingan dan motivasi yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak **Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.** Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi.

5. Bapak **Ir. Aep Surahito, S.T., M.T.** Selaku Dosen Pembimbing I yang penuh rasa tanggung jawab memberikan bimbingan serta petunjuk untuk penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu **Paridawati, S.T., M.T.** Selaku Dosen Pembimbing II yang penuh rasa tanggung jawab memberikan bimbingan serta petunjuk untuk penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak **Ahmad Hanif H. A.Md** Selaku pembimbing lapangan di Workshop Teknik Mesin Universitas Islam 45 Bekasi yang selalu memberikan informasi dan bimbingan kepada penulis sehingga penulis mendapatkan ilmu dan wawasan yang lebih luas.
8. Ka. Laboratorium Workshop Teknik Mesin Universitas Islam 45 Bekasi beserta seluruh staff atas kesempatan, pengarahan, dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin 2020 Universitas Islam 45 Bekasi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini.
10. Kepada seseorang yang selama ini bersama Terima Kasih telah menemani dan memberikan semangat di setiap perjalanan penulis dalam menempuh pendidikan di bangku perkuliahan dan Terimakasih sudah bertahan dan menghadapi keluh dan kesah di saat – saat ini semoga kedepan akan sukses bersama dan bahagia.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan Skripsi ini, Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima saran dan kritiknya. Akhir kata semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Bekasi, 23 Juli 2024

Penulis



Agus Mulyadi

41187001200050

ABSTRAK

Proses bending adalah proses pembengkokan atau penekukan. Gaya – gaya yang terjadi pada proses bending saling berlawanan arah, sama seperti proses cutting. Berdasarkan kegunaanya pipa akan banyak ditemukan berbagai macam masalah, seperti masalah: kelelahan (*fatigue*), korosi (*corrosion*), dan keretakan (*crack*). Dari ketiga jenis yang biasa di alami pipa, maka keretakan menjadi persoalan yang sangat diperhatikan karena efek lanjutan dari keretakan ini bisa mengakibatkan bebarapa kerugian baik dari segi material dan fungsinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pada proses bending dengan menggunakan material pipa Tembaga ASTMB280 terhadap kualitas hasil bending. Material yang digunakan pada penelitian ini menggunakan material pipa Tembaga ASTMB280 dengan ukuran 1 inch dan ketebalan 1,5 mm yang merupakan logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546, titik lebur 1083 °C, titik didih 2310 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion Cu²⁺ 0,96 Å. Variasi dalam penelitian ini menggunakan variasi temperatur 200°C, 300°C, dan 400°C Dan tanpa pengerjaan panas Pada penelitian ini menggunakan proses bending dengan pipa yang telah melalui proses *hot working* dengan variasi temperatur lalu ditekuk 90°. Untuk hasil Pada pipa Tembaga dengan tanpa pengerjaan panas terjadi ketirusan dengan nilai ketirusan sebesar 0,36 mm. Pada pipa Tembaga temperatur 200°C terjadi ketirusan dengan nilai ketirusan sebesar 1,3 mm. Pada pipa Tembaga dengan tremperatur 300°C terjadi ketirusan dengan nilai ketirusan sebesar 1,55 mm. Dan pada pipa Tembaga dengan temperatur 400°C terjadi ketirusan dengan nilai ketirusan sebesar 5,31 mm. Dari hasil penelitian yang didapatkan pada proses bending pada Pipa Tembaga melalui proses *hot working* dan tanpa proses tanpa perlakuan untuk perbandingan Sehingga tanpa pengerjaan panas dan temperatur 200°C juga merupakan temperatur yang optimal terhadap perubahan ketirusan.

Kata kunci : Variasi temperatur, Pipa Tembaga, Proses Bending, Hasil bending, proses *hot working*

ABSTRACT

The bending process is a bending or bending process. The forces that occur in the bending process are in opposite directions, just like the cutting process. Based on the pipe's use, various kinds of problems will be found, such as: fatigue, corrosion and cracks. Of the three types commonly experienced by pipes, cracks are a problem that is of great concern because the subsequent effects of these cracks can result in several losses both in terms of material and function. This research aims to determine the effect of temperature variations in the bending process using ASTM B280 copper pipe material on the quality of the bending results. The material used in this research is ASTM B280 copper pipe material with a size of 1 inch and a thickness of 1.5 mm, which is a metal with atomic number 29, atomic mass 63,546, melting point 1083 °C, boiling point 2310 °C, atomic radius 1,173 Å and Cu²⁺ ion radius 0.96 Å. The variations in this research use temperature variations of 200°C, 300°C, and 400°C and without hot working. This research uses a bending process with pipes that have gone through a hot working process with temperature variations and then bent 90°. For the results, in copper pipes without hot working, a taper occurs with a taper value of 0.36 mm. In copper pipes at a temperature of 200°C, a taper occurs with a taper value of 1.3 mm. In copper pipes with a temperature of 300°C, a taper occurs with a taper value of 1.55 mm. And in copper pipes with a temperature of 400°C, a taper occurs with a taper value of 5.31 mm. From the research results obtained on the bending process on Copper Pipes through a hot working process and without a process without treatment for comparison so that without hot working and a temperature of 200°C is also the optimal temperature for changes in taper.

Keywords : *Temperature variations, Copper Pipe, Bending Process, Bending Results, hot working process*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Material Tembaga.....	5
2.1.1 Pengertian Tembaga	5
2.1.2 Klasifikasi Material Tembaga.....	6
2.2 Bending.....	7

2.2.1 Sumbu Netral (Neutral Axis).....	9
2.2.2 Springback	9
2.2.3 Minimum Bending Radius.....	11
2.3 Perhitungan Nilai Keovalan	12
2.4 Perhitungan Nilai Ketirusan	12
2.5 Momen Gaya	13
2.6 Tegangan Normal	13
2.7 Tegangan Tekan	14
2.8 Deformasi Plastis.....	15
2.9 Hukum Hooke	16
2.10 Hot Working.....	17
2.10.1 Macam Macam Hot Working	18
2.11 Annealing	19
2.11.1 Diagram Fasa	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Persiapan Alat Dan Bahan.....	22
3.4 Kontruksi dan Bagian Alat Penekuk Pipa	25
3.4.1 Bagian – Bagian Alat Penekuk Pipa.....	26
3.4.2 Prinsip Kerja Alat Penekuk Pipa	28
3.5 Variabel Penelitian	29
3.6 Cara Penggunaan Penetran <i>Check</i>	29


3.7 Pengamatan Gaya Puntir	31
3.8 Proses Pengukuran Hasil Bending.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Pengamatan Hasil Bending Secara Visual	33
4.2 Perubahan Diameter Pipa	35
4.2.1 Hasil Tabel Grafik Perubahan Diameter pipa Tembaga	36
4.3 Hasil Pengujian Penetran.....	41
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	47



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

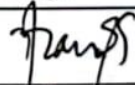

Nama Mahasiswa : Agus Mulyadi
NPM : 41187001200050
Program Studi : Teknik Mesin SI
Judul Tugas Akhir / Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Bonding Terhadap Kualitas Hasil Bonding
Dosen Pembimbing I : Ir. Aep Surahito, ST, MT Menggunakan material Tempaga
Dosen Pembimbing II : Peridawati, ST., MT.

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	Kabu 5 Juni 2024	Menambahkan narasi latar belakang	
2	Sen. 24 Juni 2024	Perbaiki Program our dan gambar	
3	24/06/2024	Pengambilan data	
4	26/06/2024	posisi keempula	
5	26/06/2024	Perbaiki dan rapikan foto letak	
6	27/06/2024	Evaluasi pengujian Specimen	
7	27/06/2024	Perbaiki tujuan penelitian	
8	28/06/2024	Perbaiki Rumusan masalah	
9	29/06/2024	Perbaiki hasil SP spesimen	
10	1/07/2024	Pembahasan Bab IV dan V Perbaikan power point	


NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
11	02/07/2024	Ace	
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

- Catatan :**
1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.
 2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I	26 Juni 2024	
Pembimbing II	02/07/2024	

Bekasi, 2-7-2024
Ketua Program Studi,


R. Heri K